

「河川工事におけるi-Constructionの報告」

3次元モデルとMC施工

可児建設 ○可児憲生 舟橋浩司 社本和也

環境風土テクノ 須田清隆 立命館大学 建山和由

1. 目的

本研究は愛知県尾張建設事務所発注の総合治水対策特定河川工事において実施した情報化施工の試行を通じて、3Dレーザースキャナーによる点群化と点群からの3次元化モデルの作成、およびその結果のMCへの適用について、その有益性を評価することを目的としている。なお、国土交通省政策課題解決型技術開発採択「中小零細建設業を対象にする映像を活用したvalueCIMの開発」の研究グループとの協力で実施した。

2. 工事概要

工事の概要を表1に、施工平面図等を図1に示す。

表1 工事概要

工事名	総合治水対策特定河川工事 (防災安全・緊急対策) 緊急防災対策河川工事合併工事 (情報化施工)	
工事場所	愛知県小牧市多気南町地内	
工期	平成29年3月25日から平成29年11月30日	
工事概要	河川土工	掘削 12,500m <sup>3</sup>
	盛土工	路体(築堤)盛土 990m <sup>3</sup>
	残土処理工	10,900m <sup>3</sup>

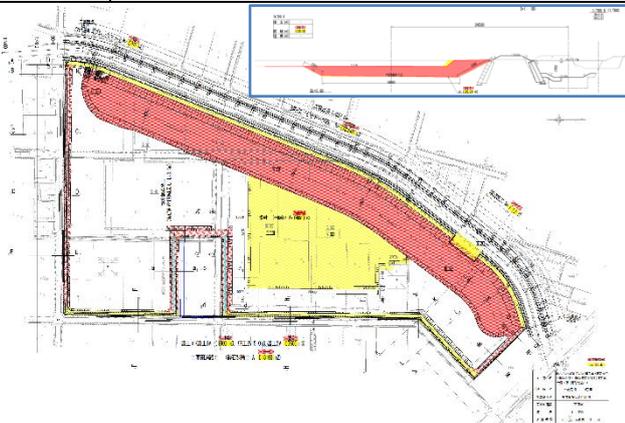


図1 施工平面図等

3. レーザースキャン計測

①使用機器

レーザースキャナーの仕様を表2に示す。

表2 レーザースキャナー仕様

<p>Focus3D X330</p>	距離：約330m (データ取得距離)
	測定範囲：水平360° 垂直300°
	速度：最大976,000点/秒
	重量：約5.0kg
	計測精度：範囲誤差：±2mm

②計測作業

対象物に対し複数箇所から多角的に撮影し、複数の点群データを結合させるため、位置合わせの基準となるターゲットを撮影時に配置した(図2参照)。本作業では、ターゲットとして基準球を使用した。

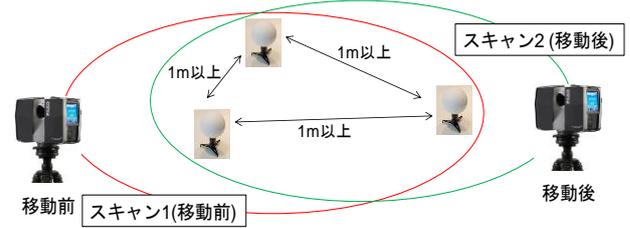


図2 点群データ結合のためのターゲット配置

1回の撮影時間は約12分(標準設定：10m先で約6mm間隔点)である。計測箇所への移動・設置に基準球の配置作業の時間を加え、1撮影あたりの所要時間は平均15分ほどであった。

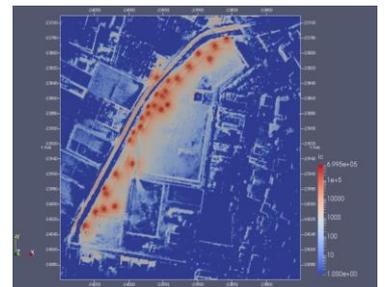


図3 点群密度

現場は350mほどの長尺な平地であるが、単純に平坦ではなく段差のある形状であるため、形状を詳細に記録するためには計画段階で想定していた計測回数(15回)を大幅に超え、計28回の計測が必要となった。得られた点群の数はおよそ3億点であった。図3に点群の密度分布を示す。点群密度の大きい箇所が機器設置位置である。

③点群データ処理とメッシュ化

点群を陰関数法により3Dメッシュ化した。レーザーの場合は放射状に点が作成されたため、点の粗密が大きいことなどにより、いくつかの課題が抽出された。

- ① 測器付近のデータ量が多く(70万点/m<sup>2</sup>)、全体のデータ量が増大し、取り扱いが難しくなる。
- ② 周辺部は測点間隔が粗い。
- ③ 起伏があると、影部が欠測となる。
- ④ 陰関数法によるメッシュ化によりエッジがならされる。また、不自然な形状が現れることがある。

4. MC 施工

① MC 機材仕様

表 3 に MC 機器の仕様を示す。

表 3 MC 機器仕様




使用機械 3D-MC インテリジェントマシンコントロール GNSS システム PC200i-10 使用情報 3次元設計データより制御データへの変換データ 基準座標 ネットワーク型 RTK-GNSS
--

② 数量精度の信頼性(メッシュデータの精度)

マシンガイダンスによる施工後形状と施工前の地形データから数量算定を行った。

表 4 施工数量

対象データ	土量	単位
①地理院地図	17,416	m <sup>3</sup>
②レーザースキャナ	13,950	m <sup>3</sup>
差分値	3,466	m <sup>3</sup>

施工前の地形は国土地理院地図データおよびレーザースキャナーによる 3D モデルを使用した。その結果得られた施工数量を表 4 に示す。

国土地理院地図データとレーザースキャナーによるデータを比較した結果、30%程度の差異が生じた。本試行現場のように掘削深が浅く、表層の起伏が数量に影響しやすい場合、レーザースキャナーの有用性は高いと考えられる。

ただし、レーザースキャナーの場合、機器やデータ処理費が高価なため工事規模に応じて適用の是非を判断すべきと考える。

なお、図 4～図 5 に点群データをマシンガイダンス用データとして利用した過程を示す。



図 4 点群による3D モデル(テクスチャ)

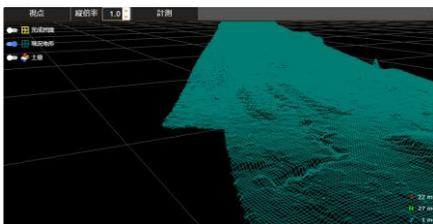


図 5 地形データ(制御データへの変換データ)

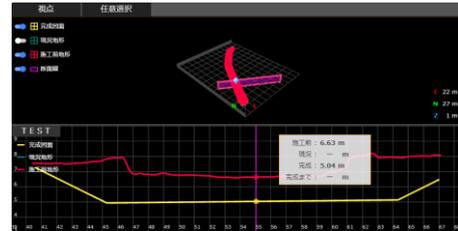


図 6 地形データを使用した施工断面図

③ 無丁張による省人化効果

MC は丁張レスのため測量作業の手間は大幅に少なくなったと判断できた。一方、MC の操作面では、本現場の特徴として玉石が混在した地盤のため均質地盤と比較して操作手間を要したなど課題も挙がっている。



図 7 MC 掘削施工手順(無丁張による省人化効果)

5. まとめ

i-Construction の目的は、従来の建設プロセスを分析して、複雑かつ多様なプロセスの単純化、統合化などのコンカレント化と、施工情報の標準化と蓄積化による共有化で生産効率を高めることと考える。

上記をふまえ、MC 重機を導入した施工測量と掘削施工の部分的なコンカレント化の効果を以下のようにまとめた。

- a. TS 測量の 2 次元性と MC 技術を制御する 3 次元データの取り扱い情報の次元的な違いがデータ互換性を悪くしていた。
- b. 3 次元レーザースキャンによる点群化による 3 次元モデルは MC の制御データとして活用できる。
- c. MC の掘削工程に比べ、土工事のルーティンである積込み、運搬など他工程の情報化の非整合が情報化の阻害要因になっている。
- d. 発注方式も含んで従来の施工手順を i-Construction に見合ったものに改善して行くが必要になる。

6. 最後に

本事業で実施した現場見学会に愛知県をはじめ多くの有識者ととともに、立命館大学、名古屋工業大学から若い学生も参加し、新しい施工技術として活発な議論がなされました。本技術が次世代の土木技術として発展していけばと期待する次第です。